PUBLICATION 1527 1974

GUIDELINES FOR FEEDING POTATO PROCESSING WASTES AND CULLS TO CATTLE

Agriculture Canada

Copies of this publication may be obtained from
INFORMATION DIVISION
CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE
OTTAWA
K1A 0C7

©Information Canada, Ottawa, 1974

Printed 1974
Reprinted 1975

10M-37046-3 75
Cat. No. A53-1527

Kromar Printing (1969) Ltd. (H8687)
09KX-01A05-4-37046

Potato processing wastes and cull potatoes are an excellent source of energy for cattle.

Rations high in potato content must be supplemented with protein, minerals, and vitamins.

Much of the supplementary protein needed for young cattle should be supplied from plant sources such as legume hay, rapeseed meal, or soybean meal.

The total dry matter content of the ration must be maintained by including dry feedstuffs.

Some roughage must be fed with potato to maintain normal rumen function.

Do not feed frozen potatoes because they may cause choking.

Beware of the misuse of pesticides on the growing crop.

Do not feed sprouts or unusually high proportions of sunburned potatoes.

Make provision for coping with the extra volume of urine from animals fed rations low in dry matter.

Adapt cattle gradually to potato rations.

103-00196/

GUIDELINES FOR FEEDING POTATO PROCESSING WASTES AND CULLS TO CATTLE

J. W. G. Nicholson
Research Station, Fredericton, N.B.

The waste products from processed potatoes are a disposal problem to the processors but a valuable source of feed for the livestock industry. Cull potatoes and, in some years, surplus production of potatoes are other sources of high-energy feed that often are not used to best advantage.

The amounts of processing waste and cull potatoes available in the potato-growing areas of Canada are not known accurately. About 15% of field-run potatoes go into culls when potatoes are packed for the fresh market, and about 20% by weight of processed potatoes end up as waste. The amount of processing waste varies with the type of processing and with the cost of the raw material, which directly influences the extent of the salvage operation. When potatoes are expensive, processors can afford to hire more workers to salvage undamaged parts rather than discard the whole tuber.

In Canada the annual production of potatoes is about 5.5 billion lb (2.5 billion kg). The processing industry generates about 330 million lb (150 million kg) of potato waste each year, assuming 30% of the crop is processed. Another source of waste is the culls from the remainder of the crop, which amounts to 575 million lb (260 million kg). Therefore, the total waste is over 900 million lb (408 million kg) of fresh potatoes, or about 200 million lb (91 million kg) of dry matter. A small amount of the waste is used for the production of starch and other industrial uses, but most of these wastes are available for livestock feed and would supply enough high-energy feed for finishing 200,000 steers per year.

NATURE OF THE PROCESSING WASTE

Most of the potato processing waste comes from plants producing frozen french fries and potato chips. The production process varies from plant to plant, but the waste consists chiefly of peelings, rejected materials, and starch. For discussion of its feeding value the waste can be divided into two main components: screenings and filter cake.

The screenings consist of peelings and whole or cut portions of potatoes discarded because of size, blemishes, failure to meet quality standards, or other deficiencies. In some plants an effort is made to handle as much of this material as possible by mechanical means to reduce the amount of dissolved or suspended solids in the effluent water. Generally, however, this waste material is flumed to a central collecting area, where the large particles are screened out, as shown in Fig. 1. The waste water is diverted to large settling tanks or clarifiers, where much of the suspended solids settle out as a sludge on the bottom (Fig. 2). The sludge is pumped to vacuum drum filters, which remove some of the water and produce a filter cake containing 12–15% dry matter (Fig. 3). The filter cake and screenings may be combined or handled separately for disposal.

Fig. 1 In a franch fry operation, a screen is used to remove solid particles from the effluent.

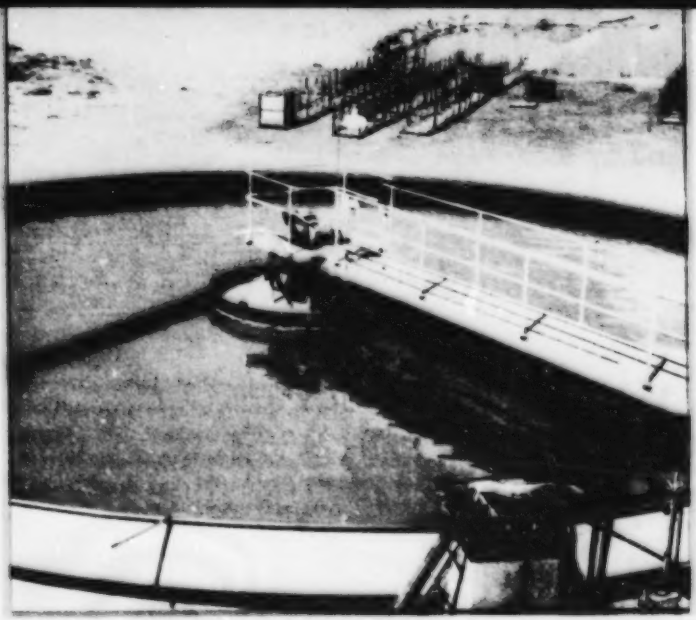
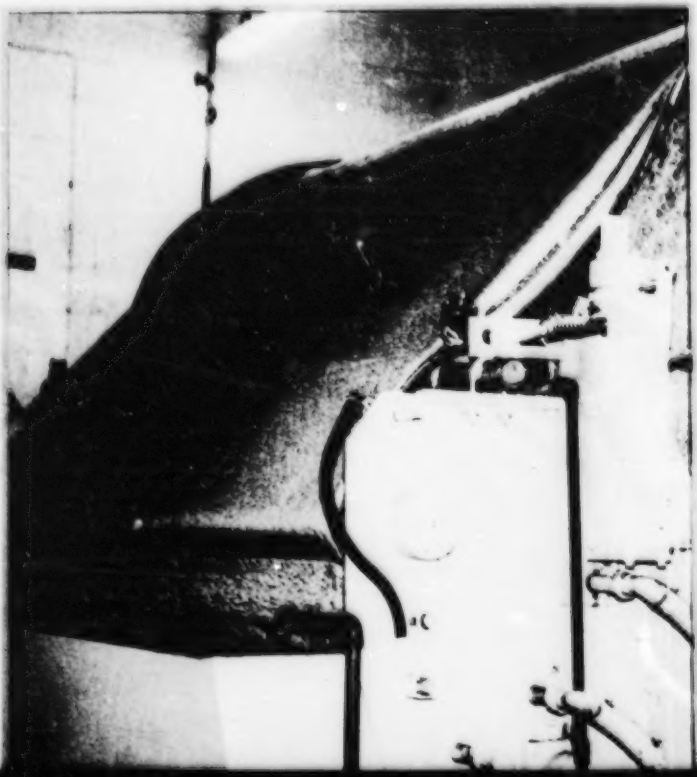


Fig. 2 The waste water that passes through the screen of Fig. 1 goes to settling tanks, like this one, where the suspended solids settle to the bottom.

Fig. 3 The sludge from the settling tanks passes over drum vacuum filters to remove free water.



In plants that use the "wet alkali peeling process," the effluent at the screens may be strongly alkaline (pH of 10–12). However, bacterial action in the clarifiers quickly produces organic acids, which neutralize the alkali. The sludge dewaters more completely on the vacuum filters when it has a pH of about 6–8. If the sludge becomes more acid (pH below 6), the filter cake will contain more adsorbed water, which cannot be removed by the filters. Consequently, the rate of flow of sludge to the vacuum filters must be carefully adjusted to obtain the desired level of acidity.

The peeling waste from plants that use the "dry alkali peeling process" presents special problems. The concentrated alkali and heat used in this process cause the starch to gelatinize and the waste to form a gel, which can not be pumped or handled in the usual way. When this gel is dumped into storage pits, it resists fermentation and stays in lumps. However, if the peeling waste is mixed immediately with other ungelatinized waste, the formation of a gel is prevented and the material can be handled and fed in the usual way.

Table 1. Dry matter (DM) and crude protein (CP) contents of various potato feeds, and their digestibility coefficients for ruminant animals

	DM, %	Digestibility of DM, %	CP, % of DM	Digestibility of CP, %
Fresh potato	20.8	82	9.5	62
Screenings from a french fry plant	18	82	8.0	49
Dried potato pulp from a potato starch plant	93	75	7.0	20
Scalper waste from production of potato granules	75	95	9.5	59
Classifier waste from production of potato granules	91	92	9.5	65
French fry rejects	47	—	6.2	—
Slurry from a storage pit	13	74*	9.0	—
Dehydrated potato waste (mixed screenings and filter cake)	92	86	6.5	0
Instant mashed	21	—	6.5	—
Filter cake	14	—	5.1	—

— not determined

* Heinemann, W. W., and Dyer, I. A. 1972. Wash. Agr. Exp. Sta. Bull. 757.

In addition to screenings and filter cake, most plants have smaller amounts of other wastes such as rejected cooked french fries, cooked waste from instant mashed potato production, and classifier or screening waste from production of granules. Generally these represent only a small proportion of the total waste and are mixed with the screenings for feeding.

Typical analyses of some potato wastes are given in Table 1.

HANDLING OF POTATO PROCESSING WASTE ON THE FARM

The volume, dry matter content, and proportion of different products in the waste vary greatly from day to day at any plant. To provide a more uniform composition and a feed reserve, the waste is usually trucked from the plant and stored in pits or tanks at the farm or feedlot. The material is often dumped into one end of the pit and removed from the other so that some mixing takes place and fermentation has time to neutralize the alkali.

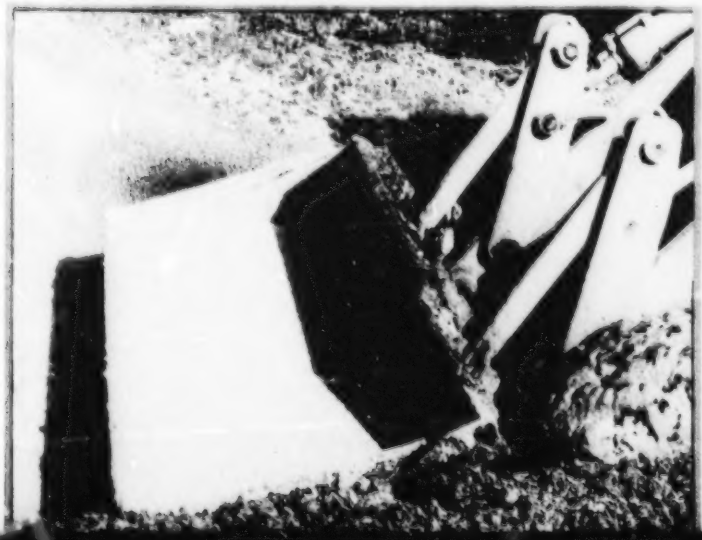
The slurry in the holding pit crusts over, as in Fig. 4, but it remains fluid underneath the crust. The slurry contains 12–18% dry matter, depending on evaporation, rainfall, and the dry matter content of the wastes put in. Fermentation produces a pH of below 4, which preserves the material if it is left undisturbed.

Fig. 4 A pump operating in a slurry pit shows the creamy consistency of the slurry under the dry crust.

Many different methods are used to get the slurry from the pit to the animals. In large operations it is usually pumped on top of the other ration ingredients in self-mixing trucks, as shown in Fig. 5. In smaller operations the slurry may be handled in a bucket on a front-end loader, as in Fig. 6. The latter is desirable when the screenings are not ground before they are dumped into the storage pit.

Fig. 5 Slurry is pumped onto other ration ingredients in a self-mixing truck.

Fig. 6 Slurry can be handled in a bucket on a front-end loader. The storage pit must have a concrete bottom for this operation.



NUTRITIONAL VALUE OF POTATO PRODUCTS

All potato products are an excellent source of energy for ruminant animals. However, only cooked products such as french fry rejects, instant mash, or waste from dehydrated cooked products (granules, flakes, etc.) are well utilized by simple-stomached animals (poultry and pigs). But because cooking increases the costs, most potato processing waste is fed to cattle. The development of new methods of cooking potato waste could change this recommendation in the future.

Although 74% or more of the dry matter of all potato products tested was digested by ruminant animals (Table 1), the crude protein was not as well digested. Fresh potato and products subjected to little heat during processing had crude protein digestibility coefficients of 60–65%. However, products such as potato pulp or meal that were dehydrated at high temperatures had practically no digestible protein.

Because some fractions of the crude protein are water soluble, material such as filter cake that was recovered from water suspensions was lower in crude protein than were fresh potatoes. The crude protein content of potato slurry from storage pits may be higher than for the original material, because fermentation uses up some of the carbohydrate. About one-third of the crude protein in potato slurry is present as non-protein nitrogen that can be utilized by ruminant animals but is less valuable to pigs or poultry.

Most of the previous recommendations for feeding potatoes restricted the amount that should be fed per day to 25–30 lb (11–14 kg). No basis has been found for these restrictions, and research at Charlottetown and Fredericton has shown that cattle will consume 10–12% of their body weight daily (which for mature cows is over 100 lb (45 kg) of fresh potatoes) without any ill effects. Provided the total ration is properly balanced, the amount of potato fed per day does not need to be restricted. Of course, as with any highly digestible feed, the amount fed should be increased gradually to reach high levels of intake without causing digestive disturbances.

Because potato is practically free of crude fiber, a source of roughage is needed in the ration to maintain normal rumen function. At Fredericton we have successfully fed beef cattle on as little as 2 lb (0.9 kg) of roughage, with protein-mineral-vitamin supplements, and all the potatoes they would eat. More forage can be fed, depending upon its availability and the relative cost of nutrients from this source. The 2 lb (0.9 kg) of roughage per head per day is the minimum amount recommended. Roughage dry matter equal to 1% or more of body weight must be fed to dairy cows to prevent a depression in butterfat content of the milk.

Potato processing waste is low in dry matter. Therefore, if only the minimum amounts of both roughage and supplement are fed,

the dry matter consumption and the resulting level of performance will be low. Usually, extra dry feed as roughage or grain is needed to insure maximum feed consumption. In the Western United States, stockmen who buy slurry from processing plants use it to make up only about half by weight of the ration (Fig. 7). Plants that have their own feedlots use slurry for 80% or more of the total ration (about one-third of the total dry matter). The critical factor is probably the dry matter content of the total ration. The optimum dry matter content is not known, but it probably should not be less than 25%. Higher levels are desirable in cold weather to minimize freezing.

FEED SUPPLEMENTS

When high levels of potato material are fed, a supplement fortified with protein, some minerals, and the fat-soluble vitamins A and D is needed. Examples of suitable supplement formulas are given in Table 2.

Protein

Protein is the most expensive ingredient in the supplement. Cull potatoes and mixed processing waste contain 8–9% crude

Fig. 7 Cattle eating a ration containing half by weight of slurry and unground screenings. Notice the whole potatoes.

Table 2. Supplements that can be fed at 3 lb (1.4 kg) per head per day to balance rations high in potato content

	When fed with minimum low-quality roughage, %	When fed with 5 lb (2.3 kg) of high-quality legume hay/day, %
Urea	3.5	2.5
Soybean meal (48% protein)	10	—
Rapeseed meal (34% protein)	30	5
Dehydrated alfalfa meal	7.5	—
Ground barley	37.2	83.7
Molasses	5	5
Dicalcium phosphate	3	3
Ground feeding-grade limestone	3	—
Magnesium oxide	0.75	0.75
Trace mineral premix*	0.05	0.05
Antibiotic to supply	30 mg per lb	30 mg per lb
Vitamin A to supply	20,000 IU per lb	20,000 IU per lb
Vitamin D to supply	2,000 IU per lb	2,000 IU per lb
Vitamin E to supply	10 IU per lb	10 IU per lb

*The trace mineral premix should contain the following parts per million by weight or equivalent trace mineral and sulfur if different salts are used:

Zinc sulfate	100
copper sulfate	7
manganese sulfate	30
cobalt sulfate	1
calcium iodate	1
ferrous sulfate	40

protein in the dry matter. One-third or more of the crude protein is in the form of non-protein nitrogen and only about 60% of the total is digestible. Fattening beef cattle that eat 60–70 lb (27–32 kg) of potato material (12 lb (5 kg) of dry matter) per day receive less than half of their daily requirement of protein from this source, although it supplies about two-thirds of their energy requirement. The supplement and forage must supply about 1 lb (0.45 kg) of crude protein. For young cattle most of this crude protein should be from preformed protein such as is found in rapeseed meal or soybean meal. Older, heavier cattle can utilize a higher proportion of non-protein sources such as urea.

Minerals

High-quality alfalfa or clover hays are an excellent supplement for rations containing high levels of potato. These hays supply not only part of the supplementary protein required, but they are also a good source of minerals, especially calcium. Good-quality alfalfa contains 16% protein and 1.3% calcium, and red clover hay contains about 14% and 1.1%. Potato material contains only about 0.08% calcium in the dry matter, but the requirement for beef cattle is about 0.25% of the ration dry matter. Ground feeding-grade limestone can be added to the supplement to supply the needed calcium if legume hay is not available. Some stockmen like to add 4 or 5 oz (110 or 140 g) of limestone per head per day to strongly acid potato slurry to help neutralize the acid.

In wastes from potato processing plants that use alkali (sodium hydroxide) peeling processes, the sodium content is usually high (about 0.5% of the dry matter). The addition of salt (sodium chloride) to the supplements that are fed with this waste is not recommended. However, salt should be added to the supplements that are fed with cull potatoes. Trace-mineralized salt is a convenient way of adding trace minerals such as cobalt, iodine, zinc, iron, and manganese that are usually added to all rations as insurance against deficiencies. Rations containing high levels of potato may not have enough magnesium. The addition of a low level of magnesium oxide to the supplement is recommended.

Vitamins

Potatoes contain practically no fat and are not a good source of the fat-soluble vitamins A, D, and E. When supplements are formulated for rations containing high levels of potato, the amount of vitamins A, D, and E present in the potato can be ignored and the total daily requirement provided by the roughage or supplement part of the ration. These vitamins can be injected at regular intervals, but it is usually more economical to provide them in the supplement.

There is evidence that cattle on high-energy rations require more vitamin A than has been recommended in the past. They need at least 50,000 IU of vitamin A per day. Cattle fed indoors need 5,000 IU of vitamin D, but cattle in open yards exposed to sunlight do not need as much.

Potatoes contain relatively high amounts of the water-soluble B vitamins. It is usually considered that the microorganisms in the rumen synthesize all the B vitamins required by cattle so that it is not necessary to supplement the ration. However, in tests at Washington State University, it was shown that cattle fed high levels of potato responded to supplements of choline chloride (one of the B

vitamins). In two trials at Fredericton, choline chloride slightly increased growth rate, but in a third trial it produced no effects. The need for supplementary B vitamins in rations containing high levels of potato requires further investigation, but on the basis of present knowledge they are not recommended.

POSSIBLE PROBLEMS

Choking

It is possible for cattle to choke on whole potatoes. Although some stockmen pulp the potatoes before feeding them to their cattle to avoid the risk of choking, few difficulties from feeding whole potatoes have been reported. At Fredericton whole potatoes have been used in all the feeding trials, and no animals have been lost from choking. Potatoes that are frozen solid should not be fed, because animals can not chew them and are likely to choke while attempting to swallow them whole.

Glycoalkaloids

Potato sprouts and sunburned (green colored) potatoes contain toxic glycoalkaloids and should not be fed in large amounts to animals. We have not had any difficulty when feeding cull potatoes containing the usual number of sunburned potatoes. However, high concentrations of sunburned potatoes should be fed with care, and sprouts should be removed, especially if they have been exposed to sunlight. The concentration of the toxic compounds is increased by exposure of the sprouts or peelings to light in warm, moist conditions. Animals have been poisoned by eating peelings and sprouts from old potatoes that were left exposed to the sun.

Various symptoms of glycoalkaloid poisoning have been described in the literature. Those most commonly listed are staring eyes, dilated pupils of the eyes, trembling, staggering, weakness, and sometimes convulsions.

Pesticides

Be aware of the potential danger of residues of pesticides used on the growing potato crop or on crops previously grown on the land. Cases have been reported of dairy and beef cattle picking up pesticide residues by eating contaminated potatoes. Similar examples can be found for most other feed crops as well. If pesticide recommendations are followed, there is little danger from pesticide residues. Samples of potatoes from New Brunswick and

Prince Edward Island that were collected and analyzed by members of the Production and Marketing Branch of Agriculture Canada showed insignificant levels of pesticides. Similarly, analyses of samples of fat from cattle fed on high levels of potatoes showed only very low levels of any pesticide.

Cooking fat

Most potato processing waste is similar in nutritive value to cull potatoes when the amount fed is adjusted for differences in dry matter. One exception is rejected french fried material, which may contain up to 30% fat in the dry matter. The fat is an unsaturated vegetable oil that can cause digestive disturbances in the rumen and may depress butterfat tests in dairy cows when fed at high levels. Cattle fed a ration high in roughage can tolerate higher levels of fat than those fed low-roughage rations. In a short-term trial at Fredericton, dairy cows were fed up to 18 lb (8 kg) of overage french fries per day without digestive upsets. This type of fried material contains less fat than the small, thin, irregular particles that are screened out during processing. No problems should occur if the rejected french fries are mixed with other potato wastes, because this material will be only a small proportion of the total waste. Problems may occur, however, where waste fat is collected from the top of the clarifiers and added to the waste, unless this fat is thoroughly mixed with other material before feeding it to the animals.

Gradually increase the amount of potatoes in the ration

Potato processing waste and cull potatoes are a new feed for most cattle and they require some getting used to before they are readily accepted. Cattle arriving in a feedlot after the stresses of being shipped should be allowed to settle in on rations of hay and grain, and then gradually be changed over to rations containing potato.

When animals eat high levels of processing waste or cull potatoes, they are forced to consume more water than usual. The excess water is excreted in the urine and feces, and these create extra management problems in keeping the animals dry. When only the minimum amount of roughage is fed, the feces become less firm than usual, making them difficult to handle. Slatted floors become coated with a thin layer of wet feces and urine, which freezes readily in cold weather causing slippery conditions.

APPENDIX

Summary of potato feeding trials

at the Research Station, Fredericton, N.B.

The digestibility of potato waste collected from the outflow of a processing plant was determined with sheep in 1968. The waste was transferred to the Research Station in plastic bags and dried at 170° F (77° C) for ease of handling. It was compared with pulped field-run potatoes dried in the same manner, and with dehydrated potato pulp produced by a starch plant. The dehydrated potato pulp was similar to material we have previously examined and it contained 2–3% molasses.

The digestibility coefficients were as follows:

	Dry matter	Crude protein
Potato waste	82.1%	49.2%
Dehydrated field-run potatoes	82.2%	61.7%
Dehydrated potato pulp	75.2%	16.9%

The digestibility of the crude protein in the dehydrated potato pulp is very low, probably because of the high temperatures used in drying. The crude protein of the potato waste was lower than for field-run potatoes, probably owing to the loss of water-soluble crude protein during the processing. All three feeds were good sources of energy for ruminant animals, as indicated by the high dry-matter digestibility.

A demonstration of the feeding value of potato processing waste was conducted in 1969. The waste was screened from the plant outflow, placed in pallet boxes and trucked 90 miles (145 km) to the Research Station. The material was shipped once or twice each week, as needed, and stored in the pallet boxes until fed. Although the boxes were metal lined, they were not water tight and the free water seeped away from the boxes. The average dry matter content was 21.9% when it was fed and the DM contained 8.8% crude protein.

The potato waste was fed to 10 Holstein heifers for 42 days. The average daily consumption of wet waste was 74 lb (33 kg) with a high of 125 lb (56 kg). In addition, each heifer was fed 2 lb (0.9 kg) of hay and 2 lb (0.9 kg) of protein-mineral-vitamin supplement containing 38% crude protein per day. The average daily gain for the 42 days following a 2-week changeover period was 3.3 lb (1.5 kg) with a feed dry matter to gain conversion ratio of 5.3.

Potato processing waste is relatively low in digestible crude protein. This deficiency must be made up in the supplement when high levels of potato are fed. Theoretically, urea should be a useful

source of crude protein equivalent (CPE), because the potato material is high in readily available energy, which is required by the rumen bacteria for efficient protein synthesis. Cattle refuse to eat supplements containing over 7–8% urea. The problem is to devise suitable carriers for the urea in order to obtain adequate intakes when potatoes are used to replace most of the grain fed. Dr. Karl Winter, Research Station, Charlottetown, P.E.I., proposed diluting the supplement with ground straw to obtain adequate urea intakes without feeding extra grain or exceeding the limits of palatability with urea. He obtained equal performance from a small group of steers fed this type of supplement as from steers fed a supplement containing soybean meal. At Fredericton, we conducted a 4 x 4 latin square design digestibility, nitrogen-balance trial with steers each fed pulped field-run potatoes to appetite, plus 2 lb (0.9 kg) of hay and 3 lb (1.4 kg) of a supplement per day. The supplement contained equal amounts of crude protein supplied from (a) urea as 6% of the supplement, (b) equal CPE from urea and soybean meal, (c) rapeseed meal, or (d) soybean meal. The results are given in the following table:

	Digestibility %			N retained	
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	% of consumed	% of absorbed
(a) urea	72.3	72.9	62.5	18.4	30.0
(b) urea-soybean	74.4	75.0	61.6	16.6	26.5
(c) rapeseed	72.9	73.5	48.6	17.6	33.6
(d) soybean	72.1	72.8	54.2	14.8	26.9

These results encouraged us to set up a feeding trial with yearling heifers each fed whole field-run potatoes to appetite, plus 2.2 lb (1 kg) of hay and 2.2 lb (1 kg) of supplement per day. The supplements contained equal CPE from (a) rapeseed meal, (b) urea, or (c) equal CPE from urea and rapeseed meal. The average daily gains for the heifers on each treatment over 91 days were (a) 2.41 lb (1.09 kg), (b) 2.08 lb (0.95 kg), and (c) 2.29 lb (1.04 kg). The results show clearly that the urea ration was not able to sustain gains comparable to the rations containing rapeseed meal. These results differ from the results obtained in Charlottetown and in the nitrogen-balance trial at Fredericton. But, in this feeding trial, the supplements were fed only once each day before feeding the potatoes. In the other two trials, the supplements were fed twice each day after feeding the potatoes, which might account for the better utilization of the urea nitrogen.

The crude protein of potatoes contains a high proportion of non-protein nitrogen (about 50%) and it may be that supplementary non-protein nitrogen or highly soluble protein sources such as rapeseed meal are not well utilized.

Therefore, another feeding trial was set up with nine individually fed beef calves per treatment. They were each fed whole field-run potatoes to appetite, plus up to 8.8 lb (4 kg) of corn silage and 3.3 lb (1.5 kg) of supplement per day. The supplements were designed to contain 19% crude protein supplied from (1) rapeseed meal, (2) formaldehyde-treated rapeseed meal, (3) soybean meal, or (4) rapeseed meal plus a low level of choline chloride. The formaldehyde treatment has been shown to reduce the solubility of the protein and to increase the amount of dietary protein reaching the intestines. The average daily gains of calves during a 71-day feeding trial were (1) 2.0 lb (0.9 kg), (2) 2.2 lb (1.0 kg), (3) 2.5 lb (1.1 kg), and (4) 2.2 lb (1.0 kg). Only the difference between supplements (1) and (3) is statistically significant but the apparent trends led us to set up another feeding trial.

Individually fed beef calves were used to compare six supplements (eight calves per treatment) formulated to test the application of the Urea Fermentation Potential (UFP) hypothesis developed by Wise Burroughs of Iowa to rations containing high levels of potatoes. All the calves, regardless of size, were fed 20 lb (9 kg) of potatoes, 11 lb (5 kg) of corn silage, and 2.6 lb (1.2 kg) of a supplement each day for 84 days. The supplements were designed to provide (a) no supplementary protein except that in the cracked corn (8.0% crude protein); (b) urea to the maximum level of utilization predicted from UFP (17.9% crude protein, 3.6% urea); (c) urea to the maximum level acceptable to the calves without feed refusals (27.8% crude protein, 7.2% urea); (d) soybean meal to supply the metabolizable nitrogen requirements as calculated by Burroughs (40.3% crude protein); (e) urea as in (b) plus soybean to equal CPE of (d); (f) soybean meal as in (e).

The average daily gains of the steers receiving each supplement were (a) 1.1 lb (0.5 kg), (b) 1.4 lb (0.64 kg), (c) 1.2 lb (0.54 kg), (d) 1.6 lb (0.73 kg), (e) 1.5 lb (0.68 kg), (f) 1.7 lb (0.77 kg) and the blood urea nitrogen levels were (a) 3.8 mg/100 ml, (b) 8.8, (c) 10.7, (d) 12.6, (e) 17.3, and (f) 11.4. These results indicate that urea cannot be used to supply more than a small part of the supplementary crude protein needed in rations containing field-run potatoes. This conclusion may not apply equally to processing plant waste from which some of the water-soluble nonprotein nitrogen has been lost during the recovery of the waste.

CONVERSION FACTORS FOR METRIC SYSTEM

Imperial units	Approximate conversion factor	Results in
LINEAR		
inch	x 25	millimetre (mm)
foot	x 30	centimetre (cm)
yard	x 0 9	metre (m)
mile	x 1 6	kilometre (km)
AREA		
square inch	x 6 5	square centimetre (cm^2)
square foot	x 0 09	square metre (m^2)
acre	x 0 40	hectare (ha)
VOLUME		
cubic inch	x 16	cubic centimetre (cm^3)
cubic foot	x 28	cubic decimetre (dm^3)
cubic yard	x 0 8	cubic metre (m^3)
fluid ounce	x 28	millilitre (mℓ)
pint	x 0 57	litre (ℓ)
quart	x 1 1	litre (ℓ)
gallon	x 4 5	litre (ℓ)
bushel	x 0 36	hectolitre (hℓ)
WEIGHT		
ounce	x 28	gram (g)
pound	x 0 45	kilogram (kg)
short ton (2000 lb)	x 0 9	tonne (t)
TEMPERATURE		
degree fahrenheit	°F-32 x 0 56 (or °F-32 x 5/9)	degree Celsius (°C)
PRESSURE		
pounds per square inch	x 6 9	kilopascal (kPa)
POWER		
horsepower	x 746	watt (W)
	x 0 75	kilowatt (kW)
SPEED		
feet per second	x 0 30	metres per second (m/s)
miles per hour	x 1 6	kilometres per hour (km/h)
AGRICULTURE		
bushels per acre	x 0 90	hectolitres per hectare (hℓ/ha)
gallons per acre	x 11 23	litres per hectare (ℓ/ha)
quarts per acre	x 2 8	litres per hectare (ℓ/ha)
pints per acre	x 1 4	litres per hectare (ℓ/ha)
fluid ounces per acre	x 70	millilitres per hectare (mℓ/ha)
tons per acre	x 2 24	tonnes per hectare (t/ha)
pounds per acre	x 1 12	kilograms per hectare (kg/ha)
ounces per acre	x 70	grams per hectare (g/ha)
plants per acre	x 2 47	plants per hectare (plants/ha)

Examples 2 miles x 1 6 = 3 2 km 15 bu/ac x 0 90 = 13 5 hℓ/ha

PUBLICATION 1527 1975

REBUTS DE POMMES DE TERRE POUR L'ALIMENTATION DES BOVINS

On peut obtenir des exemplaires de cette publication à la
DIVISION DE L'INFORMATION
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA
K1A 0C7

© Information Canada, Ottawa, 1975

10M-3 75-09KX 01A05-4-37079
N° de cat. A63-1527F

Kromar Printing (1969) Ltd
Contract N° 0K4-2522

POINTS SAILLANTS

- **Les rebuts de transformation et de triage des pommes de terre sont une excellente source d'énergie pour les bovins.**
- **Il faut compléter les rations riches en pommes de terre par des protéines, minéraux et vitamines.**
- **Une bonne partie du complément protéique nécessaire aux jeunes bovins doit provenir de sources végétales comme le foin de légumineuses, le tourteau de colza ou de soja.**
- **Il faut maintenir la teneur globale en matière sèche de la ration par l'apport d'aliments secs.**
- **Servir des fourrages grossiers avec les pommes de terre afin d'assurer le fonctionnement normal du rumen.**
- **Ne jamais servir de pommes de terre gelées car elles peuvent causer des étouffements.**
- **Eviter l'emploi inconsidéré des antiparasitaires sur les cultures en croissance.**
- **Ne pas servir de germes de pommes de terre ni des quantités anormales de tubercules brûlés par le soleil.**
- **Prévoir des mesures pour l'élimination du surcroît d'urine produit par les animaux recevant des rations à faible teneur en matière sèche.**
- **Habituer graduellement les bovins aux rations de pommes de terre.**

REBUTS DE POMMES DE TERRE POUR L'ALIMENTATION DES BOVINS

J. W. G. Nicholson
Station de recherches, Fredericton (N.-B.)

Les déchets de transformation des pommes de terre posent des problèmes d'élimination à l'industrie de transformation mais ils sont une source précieuse d'aliments pour les éleveurs. Les rebuts de triage et, en certaines années, les excédents de pommes de terre constituent d'autres sources d'aliments à haute valeur énergétique dont on n'utilise pas toujours pleinement toutes les possibilités.

On ne connaît pas exactement les quantités de déchets de transformation et de rebut disponibles dans les régions productrices du Canada. On écarte environ 15% des tubercules au moment de l'emballage des pommes de terre pour le marché des produits en frais; à peu près 20% du poids des tubercules transformés vont aux déchets. La quantité des déchets varie avec le genre de transformation et avec le coût de la matière première, qui, à son tour, influe directement sur l'étendue des méthodes de récupération. Lorsque les pommes de terre coûtent cher, les transformateurs peuvent se permettre d'engager plus de main-d'œuvre pour récupérer les parties non endommagées des tubercules plutôt que de les rejeter en entier.

Le Canada produit annuellement environ 5.5 milliards lb (2,5 millions t) de pommes de terre. L'industrie de transformation laisse environ 330 millions lb (150 000 t) de déchets chaque année, si l'on établit à 30% la proportion de la récolte qui va à la transformation. Les rebuts de triage du reste de la récolte sont une autre source de déchets, soit de 575 millions lb (260 000 t). On peut donc compter sur un total de plus de 900 millions lb (410 000 t) de déchets de pommes de terre fraîches ou environ 200 millions lb (90 000 t) de matière sèche. Une petite quantité des déchets sert à la production de fécule et à d'autres fins industrielles, mais la presque totalité pourrait servir à l'alimentation des bestiaux et fournir assez d'aliments énergétiques pour la finition de 200 000 bouvillons par année.

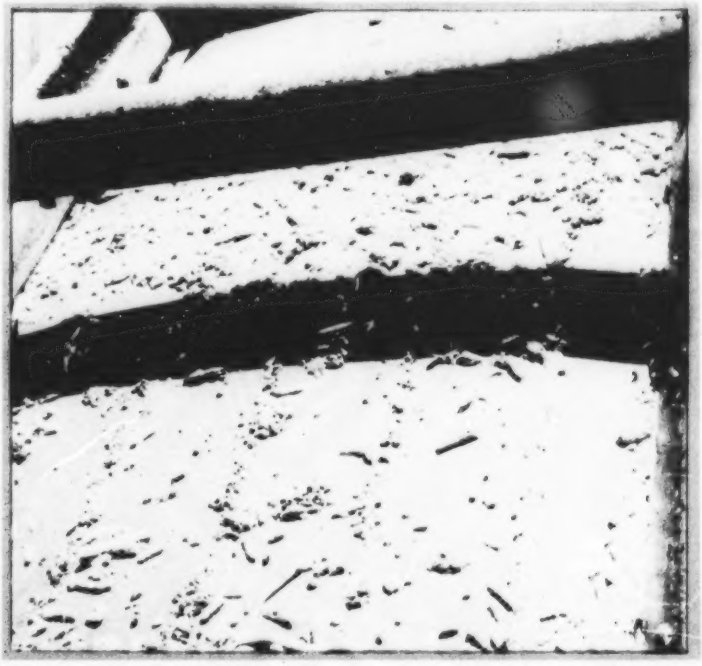
NATURE DES DÉCHETS DE TRANSFORMATION

La plupart des déchets de transformation de pommes de terre proviennent d'établissements produisant des frites congelées et des croustilles. Les méthodes de production

varient d'un établissement à l'autre mais les déchets consistent surtout en pelures, matières rejetées et fécule. Pour en étudier la valeur alimentaire, on peut séparer les déchets en deux principaux composants: les criblures et les gâteaux de filtration.

Les criblures consistent en pelures et en tubercules ou parties de tubercules rejetés pour cause de calibre, de défauts, de qualité inférieure aux normes ou de toute autre imperfection. Certains établissements cherchent à traiter le plus de déchets possible de ce type par des moyens mécanisés pour réduire la quantité de matières dissoutes ou en suspension dans leurs effluents. Dans l'ensemble, toutefois, on canalise ces déchets vers une aire de collecte où les grosses particules sont tamisées (fig. 1). L'eau résiduaire est amenée dans de gros réservoirs de sédimentation ou de grosses cuves de décantation où une grande partie des matières solides en suspension se déposent sous forme de boue (fig. 2). La boue est ensuite pompée vers des cylindres de filtration à vide qui enlèvent une partie de l'eau, laissant un gâteau de filtration contenant de 12% à 15% de matière sèche (fig. 3). Le gâteau et les criblures peuvent être combinés ou traités séparément.

Fig. 1 Dans la fabrication des frites, on utilise un tamis pour enlever les particules solides de l'effluent.



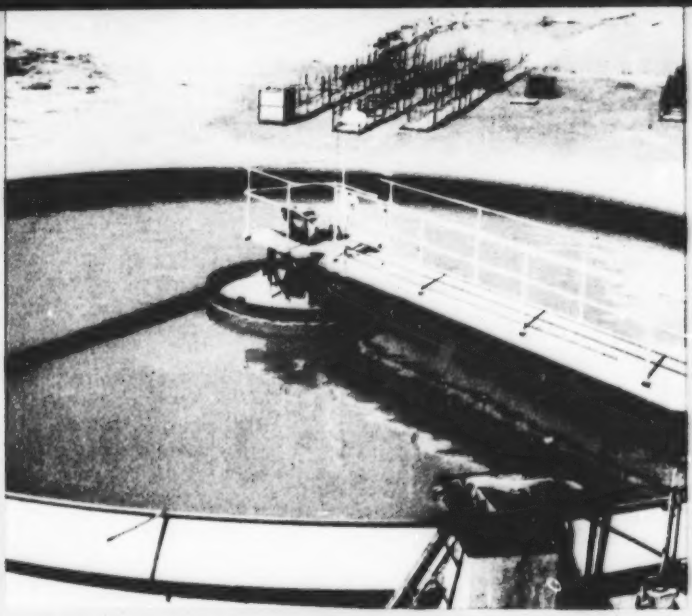
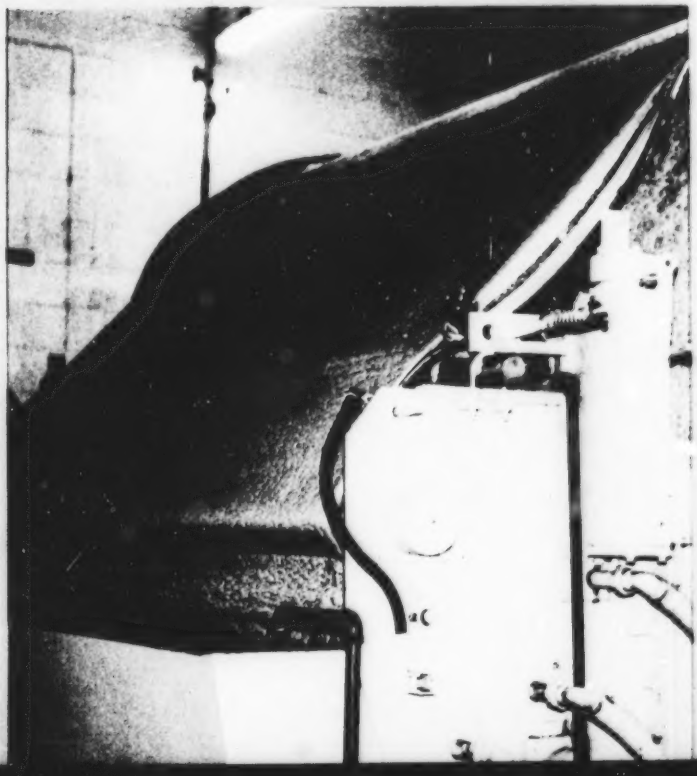


Fig. 2 Les eaux qui passent à travers le tamis (fig. 1) sont dirigées vers un réservoir de sédimentation, comme celui-ci, où les solides en suspension se déposent au fond.

Fig. 3 La boue des réservoirs de sédimentation passe au-dessus de cylindres de filtration à vide qui en éliminent l'eau libre.



Dans les établissements qui utilisent le procédé d'épluchage alcalin humide, l'effluent aux tamis peut être fortement alcalin (pH de 10 à 12). Cependant, l'activité bactérienne des cuves de décantation produit rapidement des acides organiques qui neutralisent l'alcali. La boue se déshydrate plus complètement aux filtres à vide lorsque son pH est d'environ 6 à 8. Si la boue devient plus acide (pH inférieur à 6), le gâteau de filtration contiendra plus d'eau d'adsorption qui ne pourra pas être éliminée par les filtres. Le débit d'écoulement de la boue vers les filtres à vide doit donc être soigneusement réglé pour obtenir le degré d'acidité voulu.

Tableau 1 Teneur en matière sèche (MS) et en protéine brute (PB) de divers produits de pommes de terre et leurs coefficients de digestibilité pour les ruminants.

	% de MS	Digestibilité de la MS (%)	% de PB dans MS	Digestibilité de la PB (%)
Pommes de terre fraîches	20.8	82	9.5	62
Criblures d'une usine de frites	18	82	8.0	49
Pulpe déshydratée d'une féculerie	93	75	7.0	20
Déchets d'épluchcheurs d'une usine de granulés de pommes de terre	75	95	9.5	59
Déchets de classement d'une usine de granulés de pommes de terre	91	92	9.5	65
Rebuts de frites	47	–	6.2	–
Boue d'une fosse de stockage	13	74*	9.0	–
Déchets de pommes de terre déshydratés (criblures et gâteau)	92	86	6.5	0
Purées déshydratées de pommes de terre	21	–	6.5	–
Gâteau de filtration	14	–	5.1	–

– non déterminée
* Heinemann, W. W. et Dyer, I. A., Bulletin nº 757 de la Station expérimentale agricole de Washington, 1972.

Les déchets d'épluchage obtenus par le procédé d'épluchage alcalin à sec présentent des problèmes spéciaux. L'alcali concentré et le chauffage utilisés dans cette méthode causent la gélatinisation de l'amidon et la gélification des déchets qui alors ne peuvent plus se pomper ni se manutentionner de la façon habituelle. Lorsque cette gelée est déversée dans les fosses de stockage, elle résiste à la fermentation et reste en agrégats. Toutefois, on peut prévenir la gélification en mélangeant immédiatement les déchets avec d'autres déchets non gélatinisés et le tout peut alors être manutentionné et servi de la façon ordinaire.

En plus des criblures et du gâteau de filtration, la plupart des établissements disposent de petites quantités d'autres déchets, par exemple de frites cuites rejetées, de déchets cuits provenant de la production de purée déshydratée ainsi que de déchets des classeurs et tamiseurs servant à la production de granulés. Généralement, ils ne représentent qu'une petite proportion de l'ensemble des déchets et on les incorpore avec les criblures destinées à l'alimentation du bétail.

On trouvera, au tableau 1, des analyses types de certains déchets de pommes de terre.

MANUTENTION DES DÉCHETS DE TRANSFORMATION DES POMMES DE TERRE À LA FERME

Le volume, la teneur en matière sèche et la proportion des différents composants des déchets varient grandement d'un jour à l'autre dans une même usine. En vue d'assurer une composition plus uniforme et de constituer une réserve, les déchets sont habituellement transportés de l'usine par camions et stockés dans des fosses ou des réservoirs à la ferme ou au parc d'engraissement. Souvent le remplissage de la fosse se fait à une extrémité et la vidange à l'autre extrémité, pour permettre un certain mélange et laisser à la fermentation le temps de neutraliser l'alcali.

La boue dans la fosse forme une croûte en surface (fig. 4) mais elle reste liquide en dessous. Elle contient de 12% à 18% de matière sèche, selon les conditions d'évaporation et de pluviométrie et aussi selon la teneur en matière sèche des déchets déversés. La fermentation abaisse le pH au-dessous de 4, ce qui aide à conserver cette source d'aliments si on ne l'agite pas.

Il y a plusieurs méthodes pour retirer la boue de la fosse et la donner au bétail. Dans les grandes exploitations, on se sert habituellement d'une pompe qui la déverse sur les autres composants de la ration dans des camions malaxeurs (fig. 5). Dans les exploitations moins importantes, la boue peut être transportée dans la benne d'un chargeur frontal (fig. 6). Cette dernière méthode est à conseiller lorsque les criblures n'ont pas été moulues avant d'être versées dans la fosse.

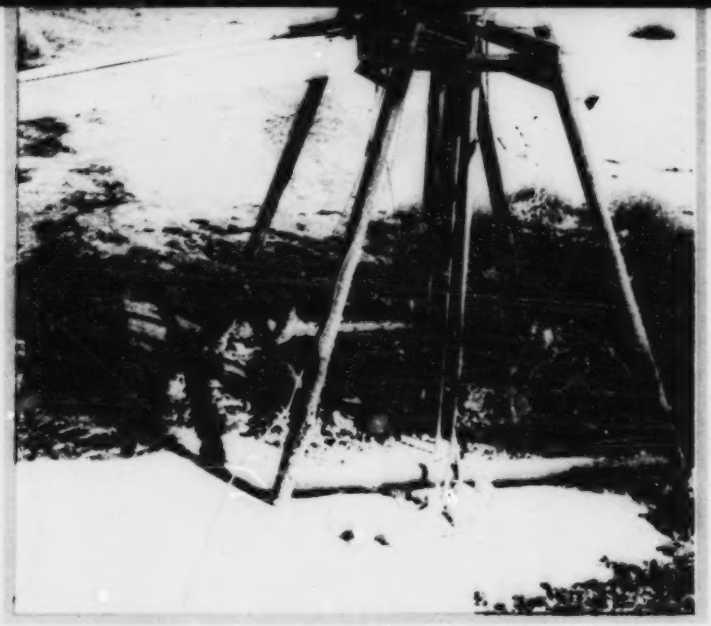
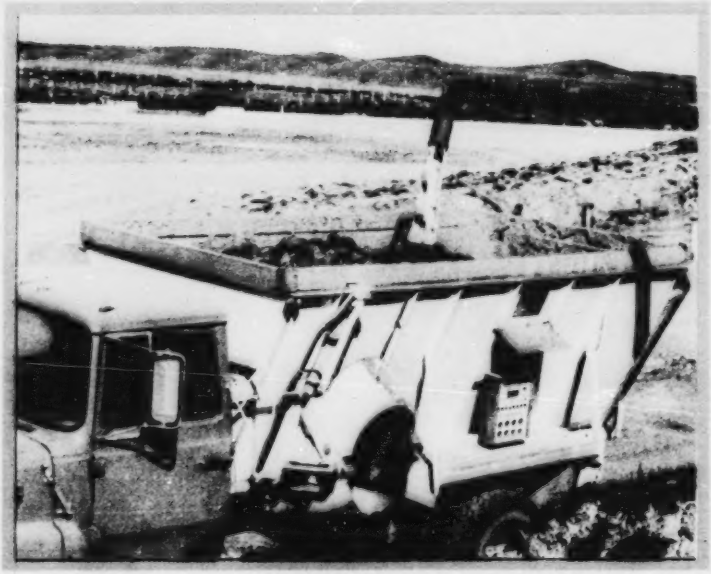


Fig. 4 Pompe fonctionnant dans une fosse montre la consistance crémeuse de la boue sous la croûte.

Fig. 5 La boue est versée sur d'autres composants de la ration dans un camion malaxeur.



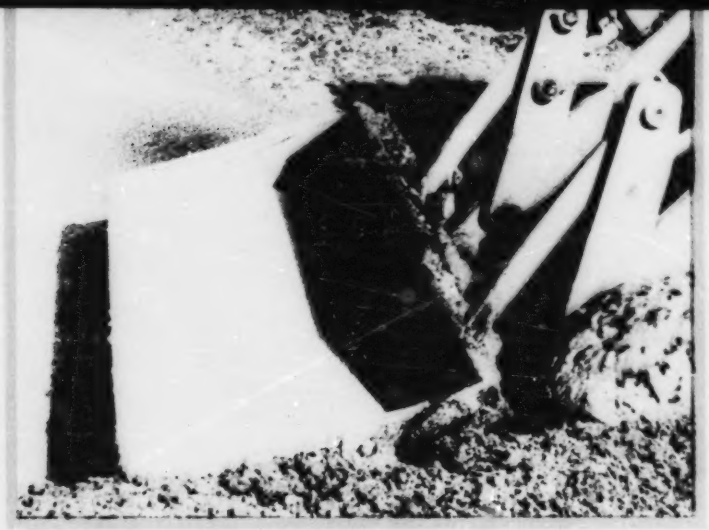


Fig. 6 La boue peut être manutentionnée dans la benne d'un chargeur frontal. La fosse de stockage doit avoir un fond de béton.

VALEUR NUTRITIVE DES PRODUITS DE POMMES DE TERRE

Tous les produits de pommes de terre sont une excellente source d'énergie pour les ruminants. Toutefois, les monogastriques (volailles et porcs) n'utilisent bien que les produits cuits comme les rejets de frites, les purées déshydratées ou les déchets provenant de produits cuits déshydratés (granulés, flocons, etc.). Mais du fait que la cuisson augmente le coût, on sert surtout les déchets aux bovins; cependant la mise au point de nouvelles méthodes pour cuire les déchets de pommes de terre pourrait modifier cette recommandation à l'avenir.

Bien que 74% ou plus de la matière sèche de tous les produits de pommes de terre soumis à des essais aient été digérés par les ruminants (tableau 1), la protéine brute s'est révélée moins digestible. Les pommes de terre fraîches et les produits soumis à un léger chauffage au cours de la transformation avaient un coefficient de digestibilité de la protéine brute allant de 60% à 65%. Par contre, la protéine des produits comme la pulpe ou la farine de pomme de terre déshydratée à hautes températures était pratiquement indigestible.

Comme une partie de la protéine brute est soluble dans l'eau, le gâteau de filtration obtenu de matières en suspension

dans l'eau possède une teneur en protéine plus faible que les pommes de terre fraîches. La teneur en protéine brute de la boue des fosses de stockage peut être plus élevée que celle du matériel d'origine parce que la fermentation utilise une partie des hydrates de carbone. Près d'un tiers de la protéine brute de la boue se présente sous forme d'azote non protéique qui peut servir pour les ruminants mais est de moindre valeur pour les porcs et les volailles.

La plupart des recommandations antérieures limitaient à 25 à 30 lb (11 à 14 kg) par jour la quantité de pommes de terre à servir à chaque bovin. On n'a trouvé aucune justification à cette restriction et, de fait, les recherches faites à Charlottetown et à Fredericton ont montré que les bovins peuvent consommer quotidiennement l'équivalent de 10% à 12% de leur poids corporel en pommes de terre (soit plus de 100 lb (45 kg) pour des vaches adultes) et cela sans effets pernicieux. Du moment que la ration totale est bien équilibrée, il n'est pas nécessaire de restreindre l'apport quotidien de pommes de terre. Bien entendu, comme pour tout autre aliment très digestible, il faut augmenter graduellement les quantités que l'on sert de façon à pouvoir atteindre des niveaux élevés d'ingestion sans causer de troubles digestifs.

Comme les pommes de terre ne contiennent pratiquement pas de cellulose brute, il faut donner des fourrages grossiers aux animaux pour permettre au rumen de fonctionner normalement. A Fredericton, nous avons réussi à engraisser des bovins de boucherie avec une ration de fourrage réduite à 2 lb (0.9 kg) complétée en protéines, minéraux, vitamines et des pommes de terre à volonté. On peut cependant servir plus de fourrages selon sa disponibilité et le coût relatif des principes nutritifs qu'ils renferment. On recommande une ration minimale quotidienne de 2 lb (0.9 kg) de foin par tête. Dans l'alimentation des vaches laitières la matière sèche fournie par le fourrage, si l'on veut prévenir l'abaissement de la teneur en matière grasse du lait, doit représenter 1% ou plus du poids corporel.

Les déchets de transformation de pommes de terre ont une faible teneur en matière sèche. Pour cette raison, si l'on ne sert que les quantités minimales de fourrages et de compléments, la consommation de matière sèche et, partant, le rendement du bétail seront faibles. Habituellement, il faut servir en plus du fourrage ou des céréales pour assurer une consommation maximale d'aliments. Dans l'ouest des États-Unis, les producteurs de bovins qui achètent de la boue d'établissements de transformation ne l'emploient que jusqu'à concurrence d'environ la moitié du poids de la ration (fig. 7). Les usines qui possèdent leurs propres parcs d'engraissement utilisent la boue à raison de 80% de la ration au plus (un tiers environ de la matière sèche totale). Le facteur critique est probablement la teneur en matière sèche de la ration. On ne sait pas exactement quelle devrait être la teneur idéale de matière sèche, mais elle ne devrait probablement pas être inférieure à 25%. Des niveaux plus élevés seraient même souhaitables par temps froid afin de réduire le gel au minimum.

Lorsque l'on sert de fortes quantités de produits de pommes de terre, il faut y ajouter un complément enrichi en protéines, matières minérales et vitamines liposolubles A et D. On trouvera au tableau 2 des exemples de formules de complément.

Protéine

La protéine est le composant le plus coûteux d'un complément. Les rebuts de triage et les mélanges de déchets de transformation contiennent de 8% à 9% de protéine brute dans la matière sèche. Un tiers de la protéine brute, ou davantage, est à l'état d'azote non protéique et environ 60% seulement de la protéine globale sont digestibles. Les bovins à l'engrais qui consomment de 60 à 70 lb (27 à 32 kg) de produits de pommes de terre (12 lb ou 5,5 kg de matière sèche) par jour tirent moins de la moitié de leurs besoins protéiques quotidiens de cette source, bien qu'ils y trouvent près des deux tiers de leurs besoins énergétiques. Le complément et le fourrage doivent apporter à peu près 1 lb (0,45 kg) de protéine brute. Pour les jeunes bovins, la plus grande partie de cette protéine brute devrait être déjà synthétisée comme dans le tourteau de colza ou de soja. Les bovins plus âgés et plus lourds peuvent utiliser une plus forte proportion de composants non protéiques comme l'urée.

Fig. 7 Bovins consommant une ration composée à poids égaux de boue et de criblures non moulues. A remarquer les tubercules entiers.

Tableau 2 Compléments qui peuvent être servis à raison de 3 lb (1,4 kg) par tête et par jour pour équilibrer les rations riches en pommes de terre.

	Avec un minimum de fourrages de médiocre qualité (%)	Avec 5 lb (2,3 kg) par jour de foin de légumineuses de haute qualité (%)
Urée	3.5	2.5
Tourteau de soja (48% de protéine)	10	–
Tourteau de colza (34% de protéine)	30	5
Farine de luzerne déshydratée	7.5	–
Orge moulue	37.2	83.7
Mélasse	5	5
Phosphate bicalcique	3	3
Pierre calcaire moulue (de qualité alimentaire)	3	–
Magnésie	0.75	0.75
Prémélange d'oligo-éléments*	0.05	0.05
Antibiotiques à apporter	30 mg par lb	30 mg par lb
Vitamine A à apporter	20 000 UI par lb	20 000 UI par lb
Vitamine D à apporter	2000 UI par lb	2000 UI par lb
Vitamine E à apporter	10 UI par lb	10 UI par lb

* Le prémélange d'oligo-éléments doit contenir les éléments suivants, en ppm en poids, ou leur équivalent en oligo-éléments et en soufre si l'on utilise des sels différents:

sulfate de zinc	100
sulfate de cuivre	7
sulfate de manganèse	30
sulfate de cobalt	1
iodate de calcium	1
sulfate ferreux	40

Minéraux

Les foins de luzerne et de trèfle de haute qualité sont un excellent complément pour les rations à forte teneur en pommes de terre. En plus de fournir une partie de la protéine complémentaire ils sont une bonne source de minéraux, particulièrement de calcium. Un bon foin de luzerne contient 16% de protéine et 1.3% de calcium et le foin de trèfle à peu près 14% et 1.1% respectivement. La matière sèche des produits de pommes de terre ne contient qu'environ 0.08% de calcium mais les besoins des bovins de boucherie sont d'environ 0.25% de la matière sèche de la ration. Si l'on ne dispose pas de foin de légumineuses, on peut suppléer le

calcium nécessaire par de la matière calcaire moulue de qualité alimentaire. Certains engraisseurs ajoutent quotidiennement 4 ou 5 oz (environ 130 g) de pierre calcaire par tête à la boue de pommes de terre fortement acide afin de neutraliser l'acide.

La teneur en sodium est habituellement élevée (environ 0.5% de la matière sèche) dans les déchets de transformation de pommes de terre qui ont subi l'épluchage par alcali (hydroxyde de sodium). On ne recommande pas d'ajouter du sel (chlorure de sodium) aux compléments que l'on sert avec ces déchets. Toutefois, on peut en servir avec les rebuts de triage. L'utilisation de sels à oligo-éléments est commode pour l'apport d'éléments comme le cobalt, l'iode, le zinc, le fer et le manganèse que l'on ajoute ordinairement à toutes les rations pour prévenir les carences. Les rations à forte teneur en pommes de terre peuvent manquer de magnésium. On recommande donc d'incorporer un peu d'oxyde de magnésium au complément.

Vitamines

Comme elle ne contient pratiquement pas de matières grasses, la pomme de terre n'est pas une bonne source des vitamines liposolubles A, D et E. Dans l'établissement de la formule de compléments pour rations à forte proportion de pommes de terre, on peut considérer comme nulle la quantité de vitamines A, D et E fournie par les pommes de terre et répondre aux besoins quotidiens totaux par le fourrage grossier ou le complément. On peut administrer ces vitamines par injection à intervalles réguliers mais il est habituellement plus économique de les fournir dans le complément.

Il semble que les bovins recevant des rations à forte valeur énergétique exigent plus de vitamine A que l'on n'en recommandait dans le passé, soit au moins 50 000 UI par jour. Les bovins engraissés à l'intérieur ont besoin de 5000 UI de vitamine D mais ceux en parcs exposés au soleil n'en exigent pas autant.

Les pommes de terre contiennent des quantités relativement élevées de vitamines B hydrosolubles. On admet habituellement que les micro-organismes du rumen synthétisent tous les besoins en vitamines B des bovins de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'en ajouter à la ration. Cependant, des essais réalisés à l'Université de l'État de Washington ont montré que les bovins recevant de fortes quantités de pommes de terre, répondent bien à un complément de chlorure de choline (une des vitamines B). En deux essais faits à Fredericton, le chlorure de choline a légèrement augmenté le taux de croissance, mais dans un troisième essai, il a été sans effet. Le besoin d'un complément de vitamines B dans les rations à forte teneur de pommes de terre demande à être étudié davantage mais dans l'état actuel de nos connaissances, on n'en recommande pas.

Étouffement

Les bovins peuvent s'étouffer en avalant des pommes de terre entières. Bien que certains engraisseurs réduisent les tubercules en pulpe avant de les servir aux bovins, on n'a signalé que rarement des troubles par suite de l'emploi des pommes de terre entières dans l'alimentation des animaux. A Fredericton, on a utilisé des pommes de terre entières dans tous les essais d'engraissement sans perdre aucun des animaux par étouffement. On ne doit pas servir de tubercules gelés dur parce que les animaux ne peuvent pas les mâcher et qu'ils peuvent s'étouffer en tentant de les avaler tout ronds.

Glucoalcaloïdes

Les germes de pommes de terre et les tubercules exposés au soleil (verdis) contiennent des glucoalcaloïdes toxiques et ne doivent donc pas être servis en grande quantité aux animaux. Nous n'avons pas éprouvé d'ennuis en servant des rebuts de triage contenant la proportion normale de tubercules verdis par le soleil. Toutefois, il faut éviter de servir de fortes quantités de pommes de terre verdies et enlever les germes surtout s'ils ont été exposés à la lumière. La concentration des produits toxiques augmente lorsque les germes ou les pelures sont exposés à la lumière dans des conditions chaudes et humides. Des animaux ont été intoxiqués par la consommation de pelures et de germes de vieux tubercules restés exposés au soleil.

On trouve dans des publications la description des symptômes de l'intoxication par des glucoalcaloïdes. Ceux qu'on cite le plus souvent sont les yeux fixes, les pupilles dilatées, des tremblements, des chancellements, de la faiblesse et parfois des convulsions.

Antiparasitaires

Attention aux antiparasitaires utilisés dans les cultures de pommes de terre ou dans celles qui les ont précédées! On a déjà signalé des cas de bovins laitiers ou de boucherie ayant consommé des résidus antiparasitaires à partir de pommes de terre contaminées. Des exemples semblables peuvent être cités pour la plupart des autres cultures fourragères. Si l'on emploie les antiparasitaires selon les recommandations, les risques sont faibles. Les échantillons de pommes de terre prélevés et analysés au Nouveau-Brunswick et à l'Île du Prince-Édouard par la Direction de la production et des marchés du ministère de l'Agriculture du Canada n'ont révélé que des niveaux insignifiants d'antiparasitaires. De même, l'analyse d'échantillons de graisse prélevée sur des bovins nourris de grandes quantités de pommes de terre n'a montré que de très faibles niveaux d'antiparasitaires.

Graisse de friture

La plupart des déchets de transformation des pommes de terre ont la même valeur nutritive que les rebuts de triage lorsque les quantités servies sont ramenées à la même teneur en matière sèche. Il y a cependant exception dans les cas de déchets de frites qui peuvent contenir jusqu'à 30% de graisse dans la matière sèche. Cette graisse est une huile végétale non saturée qui peut causer des troubles digestifs dans le rumen et même abaisser la teneur en matière grasse du lait chez les vaches si on en sert de fortes quantités. Les bovins recevant beaucoup de fourrages grossiers tolèrent mieux de hauts niveaux de graisse que ceux qui en reçoivent peu. A Fredericton, dans un essai de courte durée, des vaches laitières ont reçu jusqu'à 18 lb (8 kg) par jour de frites vieillies sans manifester de troubles digestifs. Ce genre de déchets contient moins de graisse que les particules fines, petites et irrégulières qui sont tamisées au cours de la transformation. Il ne devrait pas y avoir d'ennuis si les rejets de frites sont mélangés avec d'autres déchets de pommes de terre parce qu'ils ne constitueront alors qu'une faible proportion de la masse. D'autre part, des problèmes risquent de se produire lorsque la graisse est recueillie à la surface des cuves de décantation et mélangée aux autres déchets, à moins que cette graisse ne soit parfaitement incorporée aux autres composants de la ration avant d'être distribuée aux animaux.

Augmentation graduelle de la quantité de pommes de terre dans la ration

Les déchets de transformation de pommes de terre et les rebuts de triage sont un aliment nouveau pour la plupart des bovins et ceux-ci requièrent une période d'adaptation. Les bovins qui arrivent dans un parc d'engraissement après le choc du voyage doivent avoir la possibilité de se remettre en consommant une ration de foin et de céréales, puis graduellement on les convertira à des rations à base de pommes de terre.

Les animaux qui consomment des niveaux élevés de déchets de transformation et de triage de pommes de terre absorbent plus d'eau que d'habitude. L'excédent d'eau excrété dans l'urine et le fumier accroît les problèmes de stabulation. Quand on ne sert qu'un minimum de fourrages grossiers le fumier devient moins ferme et plus difficile à manutentionner. Les caillebotis se couvrent d'une mince couche de déjections humides et d'urine qui gèle facilement et les rend glissants.

ANNEXE

Résumé d'essais d'alimentation avec des pommes de terre

Station de recherches de Fredericton (N.-B.)

En 1968, on a étudié sur des moutons la digestibilité des déchets de pommes de terre provenant d'un établissement de transformation. Les déchets ont été transportés à la Station de recherches en sacs de plastique, puis séchés à 170°F (77°C) pour en faciliter la manutention. On a comparé leur digestibilité avec celle des pommes de terre tout venant séchées de la même manière et avec celle de pulpe de pommes de terre déshydratée provenant d'une féculerie. La pulpe de pommes de terre déshydratée, semblable à d'autres matières examinées précédemment, contenait de 2% à 3% de mélasse.

Les coefficients de digestibilité étaient les suivants:

	Matière sèche	Protéine brute
Déchets de pommes de terre	82.1%	49.2%
Pommes de terre tout venant déshydratées	82.2%	61.7%
Pulpe déshydratée	75.2%	16.9%

La digestibilité de la protéine brute de la pulpe déshydratée est très faible, probablement à cause des hautes températures utilisées dans le séchage. La protéine brute des déchets de pommes de terre était plus faible que celle des pommes de terre tout venant, probablement à cause d'une perte de protéines brutes hydrosolubles au cours de la transformation. Les trois aliments sont de bonnes sources d'énergie pour les ruminants comme l'indique leur taux élevé de digestibilité de la matière sèche.

En 1969, on a mesuré la valeur alimentaire des déchets de transformation des pommes de terre. Ces déchets ont été tamisés des effluents, placés en boîtes-palettes puis transportés à la Station de recherches située à 90 mi (145 km) de là. Le produit était transporté une ou deux fois par semaine au besoin et stocké en boîtes-palettes jusqu'à la distribution. Bien que doublées en métal, ces boîtes n'étaient pas étanches et l'eau libre pouvait s'en écouler. Au moment de la distribution la teneur moyenne en matière sèche des déchets était de 21.9% et la teneur en protéine brute de la MS de 8.8%.

On a servi les déchets de pommes de terre à dix génisses Holstein durant 42 jours. La consommation quotidienne moyenne de déchets humides était de 74 lb (33 kg) avec un maximum de 125 lb (56 kg). Chaque génisse recevait en plus 2 lb (0,9 kg) de foin et 2 lb (0,9 kg) d'un complément protéines-vitamines-minéraux dosant 38% de protéine brute. Les gains moyens quotidiens durant les 42 jours qui ont suivi la période de transition de 2 semaines ont été de 3.3 lb (1,5 kg) avec un indice de transformation de 5.3.

Les déchets de transformation des pommes de terre ont une teneur relativement faible en protéine brute digestible. Cette carence doit être corrigée par l'apport d'un complément quand on sert de fortes quantités de pommes de terre. Théoriquement, l'urée devrait être une bonne source d'équivalent de protéine brute (EPB) parce que les déchets de pommes de terre sont riches en énergie facilement assimilable dont ont besoin les bactéries du rumen pour synthétiser des protéines. Par ailleurs, les bovins refusent des compléments contenant plus de 7% à 8% d'urée. La question revient à trouver des charges acceptables pour l'urée afin d'en assurer une consommation suffisante lorsque les pommes de terre remplacent la plus grande partie des céréales dans la ration. Karl Winter, de la Station de recherches de Charlottetown (Î. P.-É.), propose de diluer le complément avec de la paille moulue afin d'obtenir une consommation suffisante d'urée sans servir plus de grain, ni dépasser les limites d'acceptabilité de l'urée. Il a obtenu d'aussi bons résultats d'un petit groupe de bouvillons recevant ce type de complément que d'un autre groupe recevant un complément contenant du tourteau de soja. A Fredericton, on a fait des essais de digestibilité isoprotéique, disposés en carré latin 4 x 4, avec des bouvillons nourris à volonté de pulpe de pommes de terre tout venant, ainsi que de 2 lb (0,9 kg) de foin et 3 lb (1,4 kg) de complément par jour. Le complément contenait des quantités égales de protéine brute fournie (a) par de l'urée dans la proportion de 6% du complément (b) par un EPB formé de quantités égales d'urée et de tourteau de soja (c) par du tourteau de colza ou (d) par du tourteau de soja. Les résultats obtenus sont consignés au tableau suivant:

	Digestibilité			Azote retenu	
	Matière sèche	Matière organique	Protéine brute	% de N consommé	% de N absorbé
a) Urée	72.3	72.9	62.5	18.4	30.0
b) Urée et tourteau de soja	74.4	75.0	61.6	16.6	26.5
c) Tourteau de colza	72.9	73.5	48.6	17.6	33.6
d) Tourteau de soja	72.1	72.8	54.2	14.8	26.9

Ces résultats nous ont incités à faire un essai d'alimentation sur génisses de 1 an recevant à volonté des pommes de terre tout venant entières, en plus de 2.2 lb (1 kg) de foin et 2.2 lb (1 kg) de complément par jour. Ce complément contenait un EPB fourni par (a) du tourteau de colza (b) de l'urée ou (c) à parts égales par de l'urée et du tourteau de colza. Dans les 91 jours de l'essai, le gain moyen quotidien pour chaque traitement a été respectivement de (a) 2.41 lb (1,09 kg) (b) 2.08 lb (0,95 kg) et (c) 2.29 lb (1,04 kg). Les résultats indiquent clairement que la ration à l'urée n'a pas

pu assurer des gains comparables à ceux des rations contenant du tourteau de colza. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus à Charlottetown et des essais isoprotéiques de Fredericton. Mais, dans cet essai d'alimentation, les compléments n'ont été distribués qu'une fois par jour juste avant les pommes de terre, tandis que dans les deux autres, ils étaient servis deux fois par jour après les pommes de terre, ce qui pourrait expliquer une meilleure utilisation de l'azote uréique.

La protéine brute des pommes de terre contient une forte proportion d'azote non protéique (environ 50%) et il se peut qu'un complément d'azote non protéique ou un apport de protéines très solubles, comme celles du tourteau de colza, ne soient pas bien assimilés.

On a donc mis en place un autre essai d'alimentation utilisant neuf veaux de boucherie par traitement. On a servi à satiété à chacun des pommes de terre tout venant entières plus 8.8 lb (4 kg) d'ensilage de maïs et 3.3 lb (1,5 kg) de complément par jour. Les compléments assuraient un apport de 19% de protéine brute fournie par (1) du tourteau de colza (2) du tourteau de colza traité au formaldéhyde (3) du tourteau de soja ou (4) du tourteau de soja plus une faible proportion de chlorure de choline. On a constaté que le traitement au formaldéhyde abaissait la solubilité de la protéine et augmentait la quantité de protéine alimentaire parvenant aux intestins. Les gains moyens quotidiens dans les 71 jours de l'essai d'engraissement ont été respectivement de (1) 2 lb (0,9 kg) (2) 2.2 lb (1 kg) (3) 2.5 lb (1,1 kg) et (4) 2.2 lb (1 kg). La seule différence significative s'est trouvée entre les compléments (1) et (3) mais les tendances apparentes nous ont amenés à faire un nouvel essai d'engraissement.

Des veaux de boucherie (huit veaux par traitement) ont été nourris individuellement pour comparer six compléments dont la formule visait à vérifier l'hypothèse, émise par Wise Burroughs de l'Iowa, du potentiel de fermentation uréique (PFU) dans des rations contenant de fortes proportions de pommes de terre. Tous les veaux, indépendamment de leur taille, ont reçu 20 lb (9 kg) de pommes de terre, 11 lb (5 kg) d'ensilage de maïs et 2.6 lb (1,2 kg) de complément à chaque jour pendant 84 jours. Les compléments étaient destinés à fournir (a) aucune protéine complémentaire en dehors de celle contenue dans le maïs concassé (8% de protéine brute); (b) de l'urée jusqu'au niveau maximal d'utilisation prévu au PFU (17.9% de protéine brute, 3.6% d'urée); (c) de l'urée jusqu'au niveau maximal d'acceptation par les veaux sans refus d'aliments (27.8% de protéine brute, 7.2% d'urée); (d) du tourteau de soja pour répondre aux besoins d'azote métabolisable établis par Burroughs (40.3% de protéine brute); (e) de l'urée comme en (b) plus du soja pour atteindre l'EPB de (d); (f) du tourteau de soja comme en (e).

Les gains moyens quotidiens ont été respectivement pour chaque traitement de (a) 1.1 lb (0,5 kg) (b) 1.4 lb (0,64 kg) (c) 1.2 lb (0,54 kg) (d) 1.6 lb (0,73 kg) (e) 1.5 lb (0,68 kg)

(f) 1.7 lb (0,77 kg) et les niveaux d'azote uréique du sang ont été respectivement de (a) 3.8 mg/100 ml (b) 8.8 (c) 10.7 (d) 12.6 (e) 17.3 et (f) 11.4. Ces résultats indiquent que l'urée ne peut pas fournir plus qu'une petite partie de la protéine brute complémentaire nécessaire dans les rations contenant des pommes de terre tout venant. Cette conclusion peut différer quelque peu dans le cas des déchets de transformation dont une partie de l'azote non protéique hydrosoluble s'est perdue au cours de la récupération des déchets.

FACTEURS DE CONVERSION VERS LE SYSTÈME MÉTRIQUE

Unités impériales	Facteur de conversion	Résultat en:	
MESURES DE LONGUEUR			
pouce	x 25	**millimètre**	**(mm)**
pied	x 30	**centimètre**	**(cm)**
verge	x 0,9	**mètre**	**(m)**
mille	x 1,6	**kilomètre**	**(km)**
MESURES DE SURFACE			
pouce carré	x 6,5	**centimètre carré**	**(cm^2)**
pied carré	x 0,09	**mètre carré**	**(m^2)**
acre	x 0,40	**hectare**	**(ha)**
MESURES DE VOLUME			
pouce cube	x 16	**centimètre cube**	**(cm^3)**
pied cube	x 28	**décimètre cube**	**(dm^3)**
verge cube	x 0,8	**mètre cube**	**(m^3)**
once liquide	x 28	**millilitre**	**(mℓ)**
chopine	x 0,57	**litre**	**(ℓ)**
pinte	x 1,1	**litre**	**(ℓ)**
gallon	x 4,5	**litre**	**(ℓ)**
boisseau	x 0,36	**hectolitre**	**(hℓ)**
MESURES DE POIDS			
once	x 28	**gramme**	**(g)**
livre	x 0,45	**kilogramme**	**(kg)**
tonne courte (2000 lb)	x 0,9	**tonne**	**(t)**
MESURE DE TEMPÉRATURE			
degré Fahrenheit	°F-32 x 0,56 (ou °F-32 x 5/9)	**degré Celsius**	**(°C)**
MESURE DE PRESSION			
livre au pouce carré	x 6,9	**kilopascal**	**(kPa)**
MESURE DE PUISSANCE			
horsepower*	x 746	**watt**	**(W)**
	x 0,75	**kilowatt**	**(kW)**
MESURES DE VITESSE			
pied à la seconde	x 0,30	**mètre à la seconde**	**(m/s)**
mille à l'heure	x 1,6	**kilomètre à l'heure**	**(km/h)**
MESURES AGRAIRES			
boisseau à l'acre	x 0,90	**hectolitre à l'hectare**	**(hℓ/ha)**
gallon à l'acre	x 11,23	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
pinte à l'acre	x 2,8	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
chopine à l'acre	x 1,4	**litre à l'hectare**	**(ℓ/ha)**
once liquide à l'acre	x 70	**millilitre à l'hectare**	**(mℓ/ha)**
tonne à l'acre	x 2,24	**tonne à l'hectare**	**(t/ha)**
livre à l'acre	x 1,12	**kilogramme à l'hectare**	**(kg/ha)**
once à l'acre	x 70	**gramme à l'hectare**	**(g/ha)**
plants à l'acre	x 2,47	**plants à l'hectare**	**(plants/ha)**

Exemples: 2 milles x 1,6 = 3,2 km; 15 bois./ac x 0,90 = 13,5 hℓ/ha

*Le horsepower est une unité différente du cheval-vapeur

Le signe décimal est une virgule